

JP2000060080

**Title:**

**PERMANENT-MAGNET MOTOR AND OTHER DEVICE APPLIED THEREON**

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To achieve downsizing, high performance and low cost, by using a permanent magnet made of a bonded magnet which is made by bonding, with a resin, magnet particles of rare earth-iron-nitrogen group with a diameter smaller than or equal to a specific value having a movable or fixed part and magnetized to multiple poles.

**SOLUTION:** The magnetic particles of Sm-Fe-N group constituted of 24 weight percent Sm, 72.5 weight percent Fe and 3.5 weight percent N, whose diameter is 10  $\mu\text{m}$  or smaller and whose average diameter is 4  $\mu\text{m}$  or lower, are mixed with five weight percent epoxy resin to form by compression an annular bonded magnet of 4.3 mm in outside diameter, two mm in inside diameter and five mm high. This annular bonded magnet is magnetized to eight poles along the outside circumferential surface in the circumferential direction with a magnetizing yoke. By using this permanent magnet, the dispersion of the absolute value of the magnetic flux density from each magnetic pole N, S can be controlled to less than 10%, and a compact, low-cost permanent magnet motor which operations smoothly is obtainable.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-60080

(P2000-60080A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 K 15/03		H 0 2 K 15/03	A
G 0 1 R 31/34		G 0 1 R 31/34	C
	33/02	33/02	P
H 0 1 F 1/08		H 0 1 F 1/08	A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-140925

(22) 出願日 平成11年5月21日 (1999.5.21)

(31) 優先権主張番号 特願平10-151079

(32) 優先日 平成10年6月1日 (1998.6.1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 川本 淳

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属

鉱山株式会社中央研究所内

(74) 代理人 100083910

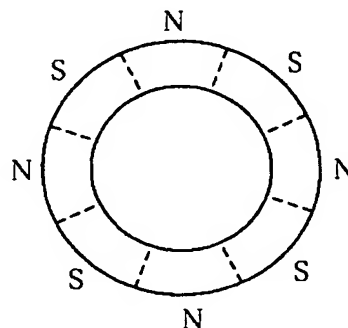
弁理士 山本 正緒

(54) 【発明の名称】 永久磁石型モータその他の永久磁石応用装置

(57) 【要約】

【課題】 強い磁力を有し、多極着磁しても磁束のバラツキが少ない永久磁石を用いて、一層の小型化・高性能化・低コスト化への対応が可能な永久磁石型モータ及びこれを用いたアクチュエータ、並びに磁気式エンコーダを提供する。

【解決手段】 永久磁石型モータ及びアクチュエータの永久磁石を備えた可動部もしくは固定部として、また磁気スケールと磁気検出素子を備えた磁気式エンコーダの磁気スケールとして、粒径10 $\mu$ m以下の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合し、多極着磁されたボンド磁石を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 可動部もしくは固定部に永久磁石を備えた永久磁石型モータであって、該永久磁石が粒径10 $\mu$ m以下の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合し、多極着磁されたボンド磁石からなることを特徴とする永久磁石型モータ。

【請求項2】 前記ボンド磁石の多極着磁された各磁極からの磁束密度の絶対値のバラツキが10%未満であることを特徴とする、請求項1に記載の永久磁石型モータ。

【請求項3】 前記ボンド磁石の多極着磁された各磁極間の距離が10mm以下であることを特徴とする、請求項1又は2に記載の永久磁石型モータ。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の永久磁石型モータを用いることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項5】 磁気スケールと磁気検出素子とを備えた磁気式エンコーダであって、該磁気スケールが粒径10 $\mu$ m以下の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合し、多極着磁されたボンド磁石からなることを特徴とする磁気式エンコーダ。

【請求項6】 前記ボンド磁石の多極着磁された各磁極からの磁束密度の絶対値のバラツキが10%未満であることを特徴とする、請求項5に記載の磁気式エンコーダ。

【請求項7】 前記ボンド磁石の多極着磁された各磁極間の距離が10mm以下であることを特徴とする、請求項5又は6に記載の磁気式エンコーダ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータの固定ディスクやフロッピーディスクの駆動装置、プリンター等のコンピュータ周辺機器をはじめ、各種の機器に使用される制御用及び駆動用の永久磁石応用装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】可動部もしくは固定部に永久磁石を備えた永久磁石型モータや、これを用いたアクチュエータは、コンピュータ関連機器、プリンター、カメラ、時計等の制御用及び駆動用として幅広く利用されている。また、永久磁石からなる磁気スケールと、ホール素子や磁気抵抗素子のような磁気検出素子を備えた磁気式エンコーダは、長さや角度等の変位を測定するセンサーの1種として知られている。

【0003】従来から、永久磁石型モータの可動部もしくは固定部及び磁気式エンコーダの磁気スケール等に用いられる永久磁石としては、ネオジウム(Nd)-鉄(Fe)-ホウ素(B)系やサマリウム(Sm)-コバルト(Co)系等の焼結磁石、あるいはNd-Fe-B系急冷磁石粉末を樹脂結合剤で結合したボンド磁石等が主に使用されてきた。

【0004】しかしながら、Nd-Fe-B系やSm-Co系の焼結磁石は、これらの磁石粉末にバインダーを混合して成形し、焼結することによって製造するため、焼結したままの状態では必要な寸法精度が得られない。従って、永久磁石型モータ等の小型精密機器用途に用いるためには、焼結後に十分な寸法精度がえられるまで研削等の機械加工を施す必要があった。

【0005】一方、Nd-Fe-B系のボンド磁石は、圧縮成型や射出成形により製造するため、十分な寸法精度で大量生産できる利点がある。しかし、従来のNd-Fe-B系急冷磁石粉末は磁気特性が低く、且つその磁石粉末を樹脂結合剤を用いて結合することによって実効的な磁石割合が少なくなるため、磁力が弱いという欠点を有していた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】近年、各種機器の小型化に伴って、永久磁石型モータや磁気式エンコーダ等についても益々小型化、高特性化、低価格化の要求が高まっている。そのため、永久磁石型モータや磁気式エンコーダ等に用いる永久磁石においても、小型で高特性であり、加工が容易で生産性の高い永久磁石が求められている。しかし、このような小型化の要求により、焼結磁石は益々加工が困難になり、ボンド磁石は小型化するほど高い特性を維持することが難しくなる。

【0007】しかも、最近の磁石の小型化は、ボンド磁石においてNd-Fe-B系急冷磁石粉末の粒子径のバラツキが問題となるところまで進展している。即ち、多極着磁した場合に、その一つの磁極の大きさに対する磁石粉末粒子の大きさが問題となり、各磁極の強さが不均一になっている現状である。その結果、かかるボンド磁石を用いた永久磁石型モータやアクチュエータは動作が滑らかでなくなり、磁気式エンコーダでは出力信号にエラーが発生しやすいという欠点があった。

【0008】また、従来のNd-Fe-B系急冷磁石粉末を利用したボンド磁石では、多極着磁する際の着磁工程でかなり大きな磁界を必要とする。ところが、磁石が小型化すると、多極着磁を行うために小さな着磁ヨークを用いることになり、一つの磁極の大きさが数ミリメートル以下となるため着磁に十分な磁界を発生させることができず、従って十分に大きな磁界で着磁した場合に比較して特性が低くならざるを得なかった。

【0009】本発明は、このような従来の事情に鑑み、生産性の良いボンド磁石からなり、従来のNd-Fe-B系急冷磁石粉末を樹脂結合剤で結合したものより強い磁力を有し、多極着磁しても磁束のバラツキが少ないボンド磁石を用いて、一層の小型化・高性能化・低コスト化への対応が可能な永久磁石型モータ、及びこれを用いたアクチュエータ、並びに磁気式エンコーダを提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、可動部もしくは固定部に永久磁石を備えた永久磁石型モータ、及びその永久磁石型モータを用いるアクチュエータを提供するものであって、前記永久磁石が粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合し、多極着磁されたボンド磁石からなることを特徴とする。

【0011】また、本発明は、磁気スケールと磁気検出素子を備えた磁気式エンコーダを提供するものであり、該磁気スケールが粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合し、多極着磁されたボンド磁石からなることを特徴とする。

【0012】上記の永久磁石型モータやアクチュエータ、並びに磁気式エンコーダに使用されるボンド磁石は、多極着磁された各磁極からの磁束密度の絶対値のバラツキが10%未満であること、あるいは多極着磁された各磁極間の距離が10mm以下であることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明で用いる永久磁石は、粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合剤で結合したボンド磁石であって、多極着磁したものである。希土類元素としてはサマリウム(Sm)が最も好ましく、代表的な磁石粉末の組成としては24~25重量%Sm-3~4重量%N-残部Feがある。また、鉄の一部をコバルト(Co)で置換しても良い。

【0014】上記希土類-鉄-窒素系磁石粉末は、例えば特開平2-57663号公報に記載の溶解鋳造法、あるいは特許第1702544号公報や特開平9-157803号公報に記載の還元拡散法により希土類-鉄系合金粉末を製造し、これを窒化することによって得られる。この希土類-鉄-窒素系磁石粉末は、微粉砕することにより、粒径 $10\mu\text{m}$ 以下又は平均粒径では $4\mu\text{m}$ 以下とする。磁石粉末の粒径を $10\mu\text{m}$ 以下又は平均粒径を $4\mu\text{m}$ 以下とするのは、多極着磁したときの各磁極の大きさに対して十分小さな粒径とすることで、磁束密度のバラツキを抑えるためである。

【0015】尚、磁石粉末の粒径が $10\mu\text{m}$ 以下とは、走査型電子顕微鏡(SEM)により磁石粉末を観察して、観察された粒子100個の最大径を測定したとき、その最大径が $10\mu\text{m}$ 以下の粒子が95個以上を占めることを意味する。また、平均粒径とは、上記のごとく測定された各最大径を体積換算して求めた体積基準の平均粒径である。

【0016】希土類-鉄-窒素系磁石粉末を結合する樹脂結合剤は、従来からボンド磁石に使用されているもので良く、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、シリコン樹脂等の熱硬化性樹脂、あるいはポリアミド樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリステレン樹脂等の熱可塑性樹脂を使用することができる。一般的には、圧

縮成型の場合にはエポキシ樹脂が好ましく、射出成形を行う場合にはナイロン12樹脂を用いるが、これらに限定されるものではない。

【0017】本発明で用いるボンド磁石は、上記の希土類-鉄-窒素系磁石粉末を樹脂結合剤と混合し、通常のボンド磁石と同様に、圧縮成型又は射出成形することにより作製できる。その際、成形金型には配向磁界発生用の複数の磁石を組み込み、キャビティ外側から磁石粉末に配向磁界を与えて磁気配向させる。得られたボンド磁石は、着磁ヨークを用いて多極着磁させる。

【0018】ボンド磁石の形状及び多極着磁の状態は、それを用いる装置に合わせて適宜選定する。例えば、永久磁石型モータでは、駆動コイルの内側又は外側に可動部である磁石ロータを配置するロータ形が一般的であるから、説明のためにNS極を表示した図1に示すように、リング状のボンド磁石の外周面又は内周面に多極着磁させる。また、リニア形の永久磁石型モータでは、例えば図2に示すように、可動部となる平板状のボンド磁石の平面に縞状のパターンで多極着磁させる。

【0019】磁気式エンコーダの場合も同様であって、その磁気スケールとして用いる永久磁石は、ロータリー形エンコーダではリング状又は円板状のボンド磁石の外周面に多極着磁させ、リニア形エンコーダにおいては平板状のボンド磁石の平面に多極着磁させる。

【0020】尚、永久磁石型モータ、アクチュエータ、及び磁気式エンコーダは、それらの設計思想に基づき構成が決定されるものであり、どのような構造でも差し支えない。例えば、代表的なアウトロータ形の永久磁石型モータでは、本発明の多極着磁させたボンド磁石からなるリング状の磁石ロータの外側に、複数の駆動コイルを備えたステータヨークが配置される。また、磁気式エンコーダにおいては、本発明の多極着磁されるボンド磁石からなる磁気スケールに対向して、ホール素子又は磁気抵抗素子が所定の位相関係で2個配置される。

【0021】多極着磁された各磁極の間の距離が短くなる程、多極着磁が難しく、各磁極の磁束密度のバラツキが大きくなりやすいが、本発明で用いる希土類-鉄-窒素系ボンド磁石では、磁石の小型化により一つの磁極の大きさが小さくなっても、多極着磁させた各磁極に十分大きな磁界を発生させ、且つ各磁極の磁束のバラツキを小さく抑えることができる。

【0022】具体的には、多極着磁された各磁極からの磁束密度の絶対値のバラツキを10%未満に抑えることができ、従って、本発明の永久磁石型モータやアクチュエータは動作が滑らかであり、また磁気式エンコーダにおいてはエラーのない安定した出力信号が得られる。この作用効果は、ボンド磁石の多極着磁された各磁極の距離が10mm以下のとき、従来のものと比較して特に顕著である。

【0023】

**【実施例】実施例1**

組成がSm: 24重量%、Fe: 72.5重量%、N: 3.5重量%であり、粒径が $10\mu\text{m}$ 、平均粒径が $4\mu\text{m}$ の微細なSm-Fe-N系磁石粉末を、エポキシ樹脂5重量%と混合し、成形金型のキャビティに入れて圧縮成型し、外径4.3mm、内径2mm、高さ5mmのリング状のSm-Fe-N系ボンド磁石を製造した。その際、金型に配向磁界発生用の磁石を組み込み、キャビティ外側から配向磁界を与えて磁石粉末が磁気配向するように構成した。

【0024】このリング状のボンド磁石を、着磁ヨークを用いて、図1に示すように外周面に沿い周方向に8極に多極着磁した。得られた多極着磁されたボンド磁石の各磁極の間の距離は1.7mmであり、各磁極の中心における磁束密度は最大で2.2kG、磁束密度のバラツキ(各極の磁束密度の絶対値の最大値と最小値との差を最大値で除した値)は7.1%であった。

【0025】次に、この多極着磁させたリング状のボンド磁石を磁石ロータとし、その外側に複数の駆動コイルを備えたステータヨークを配置して、永久磁石型モータを作製した。このモータのトルクを測定したところ、トルク変動(1回転中のトルクの最大値と最小値の差を最大値で除した値)は4%であった。

**【0026】比較例1**

組成がNd: 13重量%、Fe: 81重量%、B: 6重量%であり、粒径が $200\mu\text{m}$ 以下 $30\mu\text{m}$ 以上である微細なNd-Fe-B系磁石粉末を用い、実施例1と同様に、外径4.3mm、内径2mm、高さ5mmのリング状のNd-Fe-B系ボンド磁石を製造した。

【0027】このボンド磁石を着磁ヨークを用いて実施例1と同様に8極に多極着磁した永久磁石は、磁束密度が最大で1.5kG、及び磁束密度のバラツキが15%であった。また、この永久磁石を用いて実施例1と同様に永久磁石型モータを作製したところ、そのトルク変動は7%と大きかった。

**【0028】実施例2**

実施例1と同一のSm-Fe-N系磁石粉末の微細粉を、ナイロン12樹脂8重量%と混合し、配向磁界発生用の磁石を組み込んだ成形金型を用いて射出成形することにより、外径2.0mm、内径1mm、高さ3mmのリング状のSm-Fe-N系ボンド磁石を製造した。

【0029】このリング状のボンド磁石を、実施例1と同様に着磁ヨークを用いて周方向に4極に多極着磁した。多極着磁されたボンド磁石の各磁極の間の距離は1.6mmであり、各磁極の中心における磁束密度は最大で1.2kG、磁束密度のバラツキは9.2%であった。

【0030】次に、この多極着磁させたリング状のボンド磁石を磁石ロータとし、その外側に駆動コイルを備えたステータヨークを配置して永久磁石型モータを作製し

た。このモータのトルクを測定したところ、トルク変動は5%であった。

**【0031】比較例2**

比較例1と同一のNd-Fe-B系磁石粉末を用い、実施例2と同様に、外径2.0mm、内径1mm、高さ3mmのリング状のNd-Fe-B系ボンド磁石を製造した。このボンド磁石を着磁ヨークを用いて実施例2と同様に4極に多極着磁した永久磁石は、磁束密度が最大で0.9kG、及び磁束密度のバラツキが18%であった。また、この永久磁石を用いて実施例2と同様に永久磁石型モータを作製したところ、そのトルク変動は8%であった。

**【0032】実施例3**

実施例1と同一のSm-Fe-N系磁石粉末を、エポキシ樹脂5重量%と混合し、配向磁界発生用の磁石を組み込んだ成形金型を用いて圧縮成型し、外径28mm、内径24mm、高さ5mmのリング状のSm-Fe-N系ボンド磁石を製造した。

【0033】このリング状のボンド磁石を、実施例1と同様に着磁ヨークを用いて周方向に8極に多極着磁した。多極着磁されたボンド磁石の各磁極の間の距離は11mmであり、各磁極の中心における磁束密度は最大で2.8kG、磁束密度のバラツキは2.5%であった。

**【0034】比較例3**

比較例1と同一のNd-Fe-B系磁石粉末を用い、実施例3と同様に、外径28mm、内径24mm、高さ5mmのリング状のNd-Fe-B系ボンド磁石を製造した。このボンド磁石を着磁ヨークを用いて実施例3と同様に8極に多極着磁したところ、得られた永久磁石は磁束密度が最大で2.1kG、及び磁束密度のバラツキが9.5%であった。

**【0035】実施例4**

実施例1と同一のSm-Fe-N系磁石粉末を、ナイロン12樹脂8重量%と混合し、配向磁界発生用の磁石を組み込んだ成形金型を用いて射出成形して、長さ10mm、幅3mm、厚さ1mmの平板状のSm-Fe-N系ボンド磁石を製造した。

【0036】この平板状のボンド磁石を、着磁ヨークを用いて長さ方向に10極に多極着磁した。この多極着磁された永久磁石の各磁極の間の距離は1mmであり、各磁極の中心における磁束密度は最大で620G、磁束密度のバラツキは8.5%であった。

【0037】次に、この多極着磁された平板状の永久磁石を磁気スケールとして用い、ホール素子で信号検出を行う磁気式エンコーダを作製した。この磁気式エンコーダの信号出力のバラツキ(各磁極に対応する位置のピーク電圧の最大値と最小値の差を最大値で除した値)を測定したところ、7.6%であった。

**【0038】比較例4**

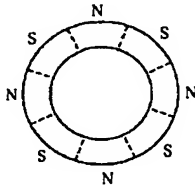
比較例1と同一のNd-Fe-B系磁石粉末を用い、実

施例4と同様にして、長さ10mm、幅3mm、厚さ1mmの平板状のSm-Fe-N系ボンド磁石を製造した。このボンド磁石を着磁ヨークを用いて実施例4と同様に10極に多極着磁したところ、得られた永久磁石は磁束密度が最大で530G、及び磁束密度のバラツキが14.5%であった。

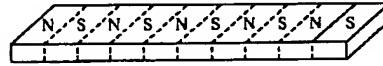
【0039】この多極着磁された平板状の永久磁石を用い、実施例4と同様に磁気式エンコーダを作製した。この磁気式エンコーダの信号出力のバラツキを測定したところ12.1%であった。

【0040】

【図1】



【図2】



【発明の効果】本発明によれば、生産性に優れ、強い磁力を有し、且つ多極着磁しても磁束のバラツキが少ない希土類-鉄-窒素系ボンド磁石からなる永久磁石を用い、一層の小型化・高性能化・低コスト化への対応が可能な永久磁石型モータ及びこれを用いたアクチュエータ、並びに磁気式エンコーダを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】多極着磁したリング状のボンド磁石のNS極を模式的に示す平面図である。

【図2】多極着磁した平板状のボンド磁石のNS極を模式的に示す斜視図である。